Archive of SID



# بررسی میزان تجمع برخی فلزات سنگین در بافت نرم و پوسته دوکفه‌ای خوراکی *Amiantis umbonella* (Lamarck, 1818) در ساحل بندرعباس، خلیج فارس


- **شاهرخ پاشایی‌راد*:** دانشکده علوم زیستی دانشگاه شهید بهشتی، تهران
- **هانیه سعیدی:** دانشکده علوم زیستی دانشگاه شهید بهشتی، تهران
- **بهروز ابطحی:** دانشکده علوم زیستی دانشگاه شهید بهشتی، تهران
- **بهرام کیابی:** دانشکده علوم زیستی دانشگاه شهید بهشتی، تهران


تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۸۹

## چکیده

**دوکفه‌ای خوراکی *Amiantis umbonella* در سواحل گلی- ماسه ای قسمت‌های شمالی خلیج فارس، بندرعباس حضور دارد و یکی از گونه‌های فراوان در این مناطق می‌باشد. در این مطالعه نمونه‌برداری از این دوکفه‌ای (۲۴۰ عدد دوکفه‌ای)، آبهای سطحی (۱۲ نمونه آب) و رسوبات (۱۲ نمونه رسوب) در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۸۸(یکبار نمونه‌برداری در هر فصل) در دو ایستگاه (ایستگاه اول، پارک غدیر، ´ ۲۰ °۵۶ طول شرقی و ´ ۱۱ ° ۲۷ عرض شمالی و ایستگاه دوم، نخل ناخدا، ´ ۲۳ °۵۶ طول شرقی و ´ ۱۰ ° ۲۷ عرض شمالی) از ساحل گلشهر بندرعباس انجام پذیرفت. میزان تجمع ۸ فلز Fe، Mg، Zn، Pb ، Cd، Ag، As و Cu در قسمت‌های مختلف بدن دوکفه‌ای‌ها، آبهای سطحی و رسوبات منطقه مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به کمبود اطلاعات روی تجمع فلزات در ماکروبنتیک‌های این مناطق، مطالعه حاضر گزارش اولیه‌ای از میزان تجمع فلزات سنگین در این دوکفه‌ای حفار است. با توجه به نتایج بدست آمده هیچ تفاوت معنی‌داری در تجمع فلزات سنگین در دوکفه‌ای‌ها بین دو ایستگاه و دو فصل مشاهده نگردید ($P\geq 0/05$). حداکثر و حداقل تجمع فلزات در دوکفه‌ای‌ها بترتیب مربوط به فلز Mg (۷۸۲۳±۱۰۰۰۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و فلز Ag (۰/۰±۰/۳< میکروگرم بر گرم وزن خشک) می باشد. در کل فلزهای Mg و Ag بترتیب بیشترین و کمترین فراوانی را در دوکفه‌ای، آبهای سطحی و رسوبات منطقه داشتند. این دوکفه‌ای با توجه به تجمع برخی فلزات در قسمتهای مختلف بدن با غلظت‌های بیشتر از آب و رسوب، می تواند بعنوان یک شاخص زیستی (Bioindicator) برای فلزات As، Pb، Cu، Ag و Zn معرفی شود. بین تجمع فلزات در دوکفه‌ای، آب و رسوب ارتباط معنی داری وجود داشت ($P\leq 0/05$). همینطور میان تجمع فلزهای Cd، Pb و Ag و طول دوکفه‌ای همبستگی مثبت معنی‌داری وجود داشت ($P\leq 0/05$).**

**کلمات کلیدی:** فلز سنگین، دوکفه‌ای خوراکی، *Amiantis umbonella*، بندرعباس، خلیج فارس



* پست الکترونیکی نویسندهٔ مسئول: pashaei37rad@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID



## مقدمه

نرم‌تنان به دلایل زیاد از جمله ارزش غذایی، تزئینی، دارویی و تولید لوازم آرایشی، تغذیه آبزیان پرورشی و نقش مهم در چرخه‌های غذایی بسیار مورد اهمیت هستند. خانواده Veneridae یکی از خانواده‌های دوکفه‌ای‌ها می‌باشد که شامل صدفهای خوراکی با ارزش اقتصادی هستند. گونه *A. umbonella* از این خانواده در سواحل گلی- ماسه‌ای قسمت‌های شمالی خلیج فارس، بندرعباس حضور دارند (۳) که توسط صیادان محلی به منظور استفاده غذایی و همچنین طعمه در ماهیگیری مورد برداشت قرار می‌گیرند. علاوه بر این موارد از این دوکفه‌ای با ارزش می‌توان به خاصیت تجمع زیستی (Bioaccumulation) در دوکفه‌ای‌های ساکن مناطق بین جزر و مدی نیز پی برد، که امروزه در کشورهای مختلف در سطح وسیع از این جانداران بعنوان شاخص‌های آلودگی زیست محیطی استفاده می‌شود (۶). این دوکفه‌ای‌ها مواد غذایی را فیلتر می‌کنند و برخی از آنها قادرند میزان فلزات سنگین را در بدن خود تا چندین برابر محیط تغلیظ نمایند، لذا با بررسی میزان فلزات در بدن آنها تا حدودی می‌توان به آلودگی‌های محیطی پی برد (۲). در دنیا کارهای نسبتاً زیادی روی بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در بافت آبزیان انجام پذیرفته که از آن جمله می‌توان به مطالعه Pourang و همکاران (۲۰۰۵) بر روی تجمع فلزات سنگین در ماهی، رسوبات و آب مناطق شمالی خلیج فارس، Bilos و همکاران (۱۹۹۸) در مورد تجمع برخی فلزات شامل Zn، Mn، Cu، Cr در Asiatic clam (*Corbicula fluminea*) در سواحل Rio de la Plata در آرژانتین، Metian و همکاران (۲۰۰۸) بر روی تجمع فلزات و متالوئیدها در اسکالوپ *Comptopallium radula* در New Caledonia و Hédouin و همکاران (۲۰۰۶ و ۲۰۰۹) بر روی تجمع فلزات در بافت دوکفه‌ای‌ها بخصوص اویستر *Isognomon isognomon* و کلم خوراکی *Garfarium tumidium* در New Caledonia اشاره نمود. نتایج بررسی تجمع میزان فلزات سنگین در بافتهای مختلف این دوکفه‌ای می‌تواند اولاً وضعیت بار آلودگی محیط ساحلی بندرعباس را تا حدودی مشخص کند و ثانیاً با توجه به ارزش خوراکی آن برای افراد بومی وضعیت استفاده یا عدم استفاده از بافت نرم این دوکفه‌ای را مشخص نماید. بنابراین اهداف این تحقیق شامل اندازه‌گیری میزان برخی فلزات سنگین در دستگاه گوارش، سایر قسمت‌های نرم باقیمانده و پوسته دوکفه‌ای *A. umbonella*، آبهای سطحی و رسوبات در دو فصل تابستان و زمستان در دو ایستگاه آلوده و غیرآلوده و بررسی امکان معرفی دوکفه‌ای *A. umbonella* بعنوان یک شاخص زیستی در این منطقه می‌باشد.

## مواد و روشها

در این مطالعه نمونه‌برداری در دو ایستگاه در طول سواحل گلشهر بندرعباس براساس وضعیت آلودگی انتخاب شدند. سطح آلودگی در ایستگاه اول (پارک غدیر، ۲۰′ °۵۶ طول شرقی و ۱۱′ °۲۷ عرض شمالی) از ایستگاه دوم (نخل ناخدا، ۲۳′ °۵۶ طول شرقی و ۱۰′ °۲۷ عرض شمالی) بیشتر بود زیرا در معرض فاضلاب‌های شهری قرار داشت (تخلیه فاضلاب، مشاهده پسماندهای انسانی و حضور توده‌های انباشته آشغال) و بنابراین ایستگاه آلوده فرض گردید (شکل ۱). هرمزگان استانی است که دارای دو فصل گرم و سرد می‌باشد (میانگین دمای آب ۲۸/۶±۰/۷ درجه سانتیگراد و محدوده جزر و مد سالانه ۰/۱ تا ۳/۸۸ متر)، بنابراین دو فصل نمونه‌برداری در تابستان (مرداد) و زمستان (بهمن) در نظر گرفته شد. دوکفه‌ای‌ها توسط دست از اعماق ۳ تا ۸ سانتیمتری بسترهای گلی- ماسه‌ای منطقه بین جزر و مدی با حفاری جمع‌آوری گردیدند. در کل ۲۴۰ نمونه دوکفه‌ای در طول نمونه‌برداری مورد برداشت و بررسی قرار گرفتند. در هر فصل نمونه‌برداری (دو فصل تابستان (مرداد ماه) و زمستان (بهمن ماه) ۶۰ عدد دوکفه‌ای در گروههای طولی مختلف از هر ایستگاه (ایستگاه اول و دوم) برداشته و به مدت ۲۴ ساعت در آب دریا قرار گرفتند تا دستگاه گوارش آنها تصفیه شود (۱۲) و سپس نمونه‌ها در ۲۰- درجه سانتیگراد منجمد گشته و برای زیست‌سنجی و انجام آزمایشات مربوط به سنجش فلزات سنگین نگه‌داری شدند.

همزمان با نمونه‌برداری از صدف، از آب و رسوب دو ایستگاه نیز نمونه‌برداری انجام پذیرفت. رسوبات توسط بیلچه و با دست از اعماق ۳ تا ۵ سانتیمتر (محل حضور صدف) (۱) برداشت شده و در ظروف فالکوم استریل اسیدپاش ۵۰ سی‌سی به آزمایشگاه موسسه تحقیقات پیشرفته فرآوری مواد معدنی ایران منتقل شده و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد برای انجام آزمایشات بعدی نگه‌داری شدند (۵). آب سطحی دریا (۱< متر) در هنگام جزر توسط ظروف فالکوم استریل اسیدپاش ۵۰ سی سی توسط دست



www.SID.ir

Archive of SID



برداشته و در دمای ۴ درجه سانتیگراد برای سنجش فلزات نگه‌داری گردید (۱۴).

در کل ۲۴۰ نمونه دوکفه‌ای (۶۰ عدد دوکفه‌ای در هر ایستگاه (ایستگاههای اول و دوم) در هر ماه (ماههای مرداد و بهمن) جمع‌آوری و مورد مطالعه قرار گرفتند. بدلیل این که اندازه بدن و بلوغ روی میزان تجمع فلزات سنگین اثر دارد (۱۲) نمونه‌های بالغ بزرگتر از ۲۵ میلیمتر (۲۱) و نابالغ کوچکتر از ۲۵ میلیمتر جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند. ۳ تا ۴ گروه طولی (بالغ و نابالغ) در نظر گرفته شد و برای هر کدام ۱۴ تا ۱۶ دوکفه‌ای هموژن شدند بطوریکه دستگاه گوارش، سایر قسمتهای نرم و پوسته آنها با هم جداگانه هموژن شدند.

اندازه‌گیری‌های انجام شده در آزمایشگاه شامل طول قدامی-خلفی صدف (طول صدف)، طول پشتی- شکمی صدف (عرض صدف)، فاصله دوکفه از هم (قطر صدف)، وزن کل صدف، وزن تر صدف (وزن توده نرم احشایی)، وزن پوسته صدف، وزن تر سایر قسمتهای نرم هموژن شده، وزن تر دستگاه گوارش هموژن شده، وزن تر پوسته هموژن شده، وزن خشک سایر قسمتهای نرم هموژن شده، وزن خشک دستگاه گوارش هموژن شده و وزن خشک پوسته هموژن شده بود. اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط کولیس با دقت ۰/۰۲ میلیمتر و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ میلیگرم انجام پذیرفت.

وزن خشک بافت‌های دوکفه‌ای با قرارگیری در آون با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت (۲۵)، وزن خشک پوسته‌ها با قرارگیری در آون با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳ ساعت (۲۱) و وزن خشک رسوبات با قرارگیری در آون با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد تا رسیدن به وزن ثابت بدست آمد (۱۲). نمونه‌های رسوب توسط الک با مش یک میلیمتر پس از خشک شدن الک شدند. نمونه‌های آب (حدود ۱۰۰ میلی‌لیتر) نیز با کاغذ صافی (مش ۰/۴ میلیمتر) فیلتر گردیدند (۱۲). سپس نمونه‌ها در ظروف استریل شده برای انجام آزمایشات سنجش فلزات نگه‌داری شدند. ۰/۱ تا ۰/۵ گرم وزن خشک نمونه‌های دوکفه‌ای و ۰/۵ گرم وزن خشک رسوبات توسط نیتریک اسید و کلریدریک اسید به نسبت ۳ به ۱ در۱۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵ ساعت در مایکروویو (Milestone مدل ETHOS PLUS مستقر در بخش انحلال و رقیق‌سازی موسسه تحقیقاتی پیشرفته فرآوری مواد معدنی ایران، کرج) هضم شدند (۸). نمونه‌ها با آب Q-Milli تا ۳۰ تا ۵۰ میلی‌لیتر رقیق شدند و سپس توسط دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی (Varien مدل 55B مستقر در بخش انحلال و رقیق‌سازی موسسه تحقیقاتی پیشرفته فرآوری مواد معدنی ایران، کرج) از لحاظ فلزات سنگین با تکرار ۳ مورد سنجش قرار گرفتند (۱۹). تجمع فلزات در نمونه‌های بافت صدف و رسوب براساس میکروگرم بر گرم وزن خشک و برای آب براساس میکروگرم بر لیتر ($\mu gl^{-1}$) محاسبه شدند. تمامی نمونه‌ها برای تایید به آزمایشگاه Acme در ونکوور کانادا فرستاده شدند و مجدد مورد سنجش قرار گرفتند. در تمامی آنالیزها در ایران و همچنین در کانادا از مواد مرجع استاندارد ((SRM (Standard Reference Materials) با مشخصات STD TMDA-70 برای آنالیز آب استفاده گردید.

اطلاعات بدست آمده برای هر نمونه وارد برنامه‌های آماری Excel ۲۰۰۷ و SPSS ۱۷ گردید و ارتباط آنها مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا داده‌ها از لحاظ نرمال بودن برای انجام آزمونهای پارامتریک بررسی شدند (Shpiro-Wilk test). برای داده‌های نرمال از آزمونهای پارامتریک و برای داده‌های غیرنرمال از تست‌های غیرپارامتریک استفاده گردید. آنالیز واریانس دو طرفه (Two Way ANOVA) برای تعیین اثرات فصول نمونه‌برداری (فصل گرم و سرد (۲ سطح برای فاکتور ثابت فصل)) و مطالعه ایستگاهها (ایستگاه اول و دوم (۲ سطح برای فاکتور ثابت ایستگاه)) بعنوان عامل ثابت بر تغییرات تجمع فلزات (عوامل وابسته) در قسمتهای نرم صدف استفاده گردید (۱۶). آزمون همبستگی پیرسون بین اندازه و تجمع فلزات در بافت‌های مختلف در هر گروه طولی استفاده شد. تفاوت تجمع فلزات سنگین بین بافت‌های مختلف دوکفه‌ای توسط t-test Independant مورد بررسی قرار گرفتند.

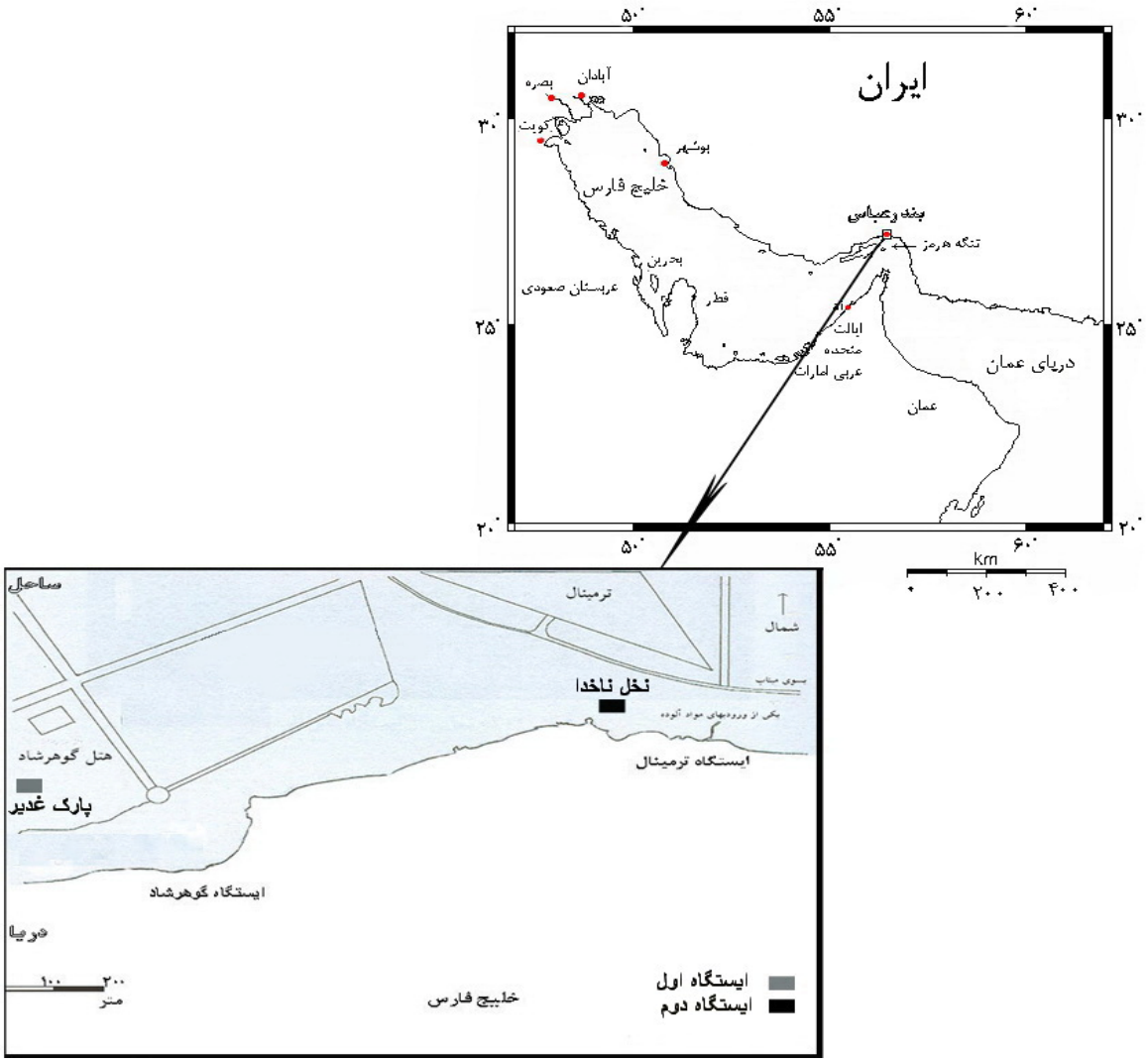
تست غیرپارامتریک اسپیرمن برای بررسی ارتباط بین تجمع فلزات در دوکفه‌ای‌ها، رسوب و آب استفاده شد. سطوح معنی‌دار بودن برای تمامی آنالیزها در سطح ۰/۰۵ درصد ثابت در نظر گرفته شد (۱۵).



www.SID.ir

Archive of SID






**شکل ۱ : ایستگاههای مورد مطالعه و نمونه‌برداری (پارک غدیر و نخل ناخدا) در ساحل گلشهر بندرعباس**

## نتایج

در کل ۲۴۰ عدد دوکفه‌ای *A. umbonella* در دو فصل تابستان و زمستان دو بار مورد نمونه‌برداری و زیست‌سنجی قرار گرفتند. بزرگترین دوکفه‌ای با طولی برابر ۵۰ میلیمتر و وزن کلی برابر ۵۹/۲۰ گرم و کوچکترین دوکفه‌ای با طولی برابر ۲۱ میلیمتر و وزن کلی برابر ۴/۳۰ گرم در مرداد ماه مربوط به ایستگاه اول می‌باشد. همینطور بزرگترین دوکفه‌ای با طولی برابر ۵۰ میلیمتر و وزن کلی برابر ۶۷/۶۵ گرم در ایستگاه اول و کوچکترین دوکفه‌ای با طولی برابر ۱۴ میلیمتر و وزن کلی برابر ۰/۹۳ گرم در بهمن ماه مربوط به ایستگاه دوم است. میانگین (± انحراف معیار) طول ۲۴۰ دوکفه‌ای در مرداد ماه و بهمن ماه بترتیب برابر ۲/۱۲±۳۵/۲۱ و ۱۰/۶۴±۳۵/۱۸ میلیمتر و میانگین (± انحراف معیار) وزن دوکفه‌ای‌ها در مرداد ماه و بهمن ماه بترتیب برابر با ۳/۴۳±۲۳/۷۵ و ۲/۲۰±۲۸/۳۴ میلیمتر بود.

جداول ۱ تا ۴ مربوط به تجمع فلزات در قسمت‌های مختلف بدن دوکفه‌ای، آب و رسوب در هر فصل و هر ایستگاه می‌باشند. در این مطالعه گروههای طولی مختلف دوکفه‌ای از نظر تجمع



www.SID.ir

Archive of SID



فلزات سنگین مورد بررسی قرار گرفتند. در کل با توجه به جداول ۱ و ۲ میزان فلزات Mg و Fe بترتیب دارای بیشترین میزان در قسمت‌های مختلف بدن دوکفه‌ای‌ها می‌باشند. در حالیکه فلزات Ag و Cd بترتیب دارای کمترین میزان تجمع در قسمت‌های مختلف دوکفه‌ای می‌باشند. با توجه به جداول ۳ و ۴ بیشترین و کمترین تجمع فلزات در مرداد ماه در رسوبات در ایستگاه اول بترتیب مربوط به Mg (۱۳۹۰۰±۴۲۱/۰۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و Ag (۰/۳±۰/۰۰> میکروگرم بر گرم وزن خشک) بوده و در ایستگاه دوم بترتیب مربوط به Fe (۱۵۳۵۰±۸۲۱/۰۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و Ag (۰/۳±۰/۰۰> میکروگرم بر گرم وزن خشک) است. بیشترین و کمترین تجمع فلزات در بهمن ماه در رسوبات در ایستگاه اول بترتیب مربوط به Mg (۱۵۲۰۰±۲۹۳/۰۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و Ag (۰/۳±۰/۰۰> میکروگرم بر گرم وزن خشک) بوده و در ایستگاه دوم بترتیب مربوط به Mg (۱۲۸۰۰±۸۴۹/۰۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و Ag (۰/۳±۰/۰۰> میکروگرم بر گرم وزن خشک) است. بیشترین و کمترین تجمع فلزات در مرداد ماه در آبهای سطحی در ایستگاه اول بترتیب مربوط به Mg (۱۶۸۰۱±۶۸۹/۰۰ میکروگرم بر لیتر) و Ag (۰/۰۵±۰/۰۰> میکرو گرم بر لیتر) بوده و در ایستگاه دوم بترتیب مربوط به Mg (۱۶۹۹۰±۷۸۲/۰۰ میکروگرم بر لیتر) و Ag (۰/۰۵±۰/۰۰> میکروگرم بر لیتر) است. بیشترین و کمترین تجمع فلزات در بهمن ماه در آبهای سطحی در ایستگاه اول بترتیب مربوط به Mg (۱۱۰۳۲±۶۲۱/۰۰ میکروگرم بر لیتر) و Ag (۰/۰۵±۰/۰۰> میکرو گرم بر لیتر) بوده و در ایستگاه دوم بترتیب مربوط به Mg (۱۸۲۶۰±۸۷۲/۰۰ میکروگرم بر لیتر) و Ag (۰/۰۵±۰/۰۰> میکروگرم بر لیتر) بود. همانطور که در مواد و روشها نیز اشاره شد ایستگاه اول بدلیل وجود آلودگی‌های شهری و انباشت پسماندها بعنوان ایستگاه آلوده در نظر گرفته شده بود اما پس از بررسی داده‌ها و انجام t-test مستقل مشخص گردید که اختلاف معنی‌داری بین دو ایستگاه از نظر تجمع فلزات سنگین در آب و دوکفه‌ای‌های مورد آزمایش در مرداد ماه (t =-۱/۰۲-۰/۶۱، P≥۰/۰۵) و بهمن ماه وجود نداشت (t=-۲/۰۷-۰/۲۸، P≥۰/۰۵)، هر چند که میزان As در آب در ایستگاه دوم نسبت به ایستگاه اول بیشتر بود (جدول ۳). اما در مورد رسوبات اختلاف معنی‌داری بین تجمع برخی فلزات شامل Fe و Mg در دو ایستگاه در مرداد و بهمن ماه وجود داشت (t=- ۵/۲۱-۶/۴۴، P≤۰/۰۵). همینطور اختلاف معنی‌داری بین تجمع فلزات در صدف، آب و رسوب بین دو فصل وجود نداشت (t =-۳/۷۶-۰/۴۸، P≥۰/۰۵). با توجه به جداول ۱ تا ۴ مشخص گردید که در مرداد ماه میزان فلز Fe در رسوبات نسبت به قسمت‌های مختلف دوکفه‌ای و آب زیادتر بوده، در حالیکه میزان Mg در آب و As در دستگاه گوارش دوکفه‌ای نسبت به سایر موارد زیادتر است. میزان Pb در پوسته دوکفه‌ای نسبت به سایر قسمتها زیادتر است. در بهمن ماه میزان فلز Fe در رسوبات نسبت به قسمت‌های مختلف دوکفه‌ای و آب زیادتر بود، در حالیکه میزان Cu، Ag و Zn در قسمتهای نرم دوکفه‌ای نسبت به سایر موارد زیادتر است. میزان Pb در پوسته دوکفه‌ای‌ها نسبت به سایر قسمتها زیادتر می‌باشد. این دوکفه‌ای می‌تواند برای فلزات As، Pb، Cu، Ag و Zn شاخص زیستی مناسبی باشد.

میزان تجمع Pb (۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک) در دستگاه گوارش و Ag (۰/۱ میکرو گرم بر گرم وزن خشک) در قسمتهای نرم دوکفه‌ای در تابستان حداقل بود و بقیه فلزات حداقل میزان را در پوسته دوکفه‌ای‌ها داشتند. در حالیکه حداکثر فلز Pb در پوسته و As در دستگاه گوارش دوکفه‌ای‌ها بدست آمد.. همینطور میزان تجمع Pb (۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک) در دستگاه گوارش و Ag (۰/۳ میکرو گرم بر گرم وزن خشک) در قسمتهای نرم دوکفه‌ای در زمستان حداقل و بقیه فلزات حداقل میزان را در پوسته داشتند. در صورتیکه میزان فلز Pb در پوسته، Ag، Cu و Zn در قسمتهای نرم در این فصل حداکثر می‌باشد. در مرداد ماه، همبستگی مثبت معنی‌داری بین میزان تجمع فلزات سنگین بین صدف و رسوب (r =۰/۸۴، n=۸، P≤۰/۰۵)، و صدف و آب (r =۰ /۶۸، n= ۸، P≤۰/۰۵) وجود داشت، اما بین آب و رسوب همبستگی معنی‌داری نبود (r =۰ /۴۳، n = ۸، P≥۰/۰۵). در بهمن ماه، همبستگی مثبت معنی‌داری بین میزان تجمع فلزات سنگین بین صدف و رسوب (r = ۰ /۸۲، n = ۸، P≤۰/۰۵)، و صدف و آب (r =۰/۶۱، n = ۸، P≤۰/۰۵) وجود داشت، اما بین آب و رسوب همبستگی معنی‌داری نبود (r = ۰/۴۹، n = ۸، P≥۰/۰۵).

برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف تجمع فلزات مختلف بین قسمتهای مختلف دوکفه‌ای از t-test نمونه‌های مستقل استفاده گردید. در مرداد ماه نتایج بدست آمده به این صورت می‌باشد: بین تجمع فلزات Zn، As، Cd و Mg در پوسته و قسمتهای نرم تفاوت معنی‌داری وجود داشت (t = -۱۴/۴۲-۲۱/۴۵، P≤۰/۰۵). بین تجمع فلزات Zn، Cu، Fe، As ، Cd و Mg در پوسته و قسمتهای گوارشی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (t = -۲۷/۳۴-۲۸/۰۴،



www.SID.ir

Archive of SID



P≤۰/۰۵). بین تجمع فلزات As و Mg در قسمتهای نرم و قسمتهای گوارشی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (۳۹/۲۴-۳۹/۶۲ = t، P≤۰/ ۰۵). در بهمن ماه نتایج بدست آمده به این صورت بود: بین تجمع فلزات Zn، As، Fe، Cd و Mg در پوسته و قسمتهای نرم تفاوت معنی‌داری وجود داشت (۷/۰۸-۲۳/۴۳ t = -، P≤۰/۰۵). بین تجمع فلزات Zn، As ، Cu ، Fe ، Cd و Mg در پوسته و قسمتهای گوارشی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (۸/۷۲-۱۱/۴۴ = t، P≤۰/۰۵). بین تجمع فلز Pb در قسمتهای نرم و قسمتهای گوارشی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (۱/۶۴-۲/۲۴ = t، P≤۰/۰۵).

برای بررسی ارتباط طول دوکفه‌ای‌ها با تجمع فلزات سنگین از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد که نتیجه حاصل نشان داد بین تجمع فلزات Cd، Pb و Ag و طول دوکفه‌ای همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد (۰/۳۲-۰ /۲۱ = r، P≤۰/۰۵).

برای بررسی اثر همزمان فصول و ایستگاههای مختلف در تجمع فلزات، نمونه‌برداری در دو ایستگاه و دو فصل انجام پذیرفت. بنابراین آنالیز واریانس دو طرفه برای تعیین اثرات فصول نمونه‌برداری و مطالعه ایستگاه بعنوان عامل ثابت بر تغییرات تجمع فلزات در قسمتهای نرم صدف انجام شد. اثر بر هم کنش فصل و ایستگاه نمونه‌برداری در تجمع برخی فلزات معنی‌دار بود. براساس این نتایج، فلز Fe برای فصول اختلاف معنی‌دار نشان داد (F=۴/۶۱ ، df=۷، P≤۰/۰۵).



www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۳: میانگین (± انحراف معیار) میزان تجمع عناصر مختلف (میکروگرم بر لیتر (ppb)) در آبهای سطحی در دو ایستگاه (تابستان و زمستان ۱۳۸۸)**

| فصل/ ایستگاه نمونه‌برداری | Mg | Cd | As | Fe | Zn | Pb | Ag | Cu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تابستان/ایستگاه اول | <۰/۵ | <۰/۰۵ | ۰/۵۰±۰/۰۸ | <۱۰ | <۰/۰۵ | <۰/۱۰ | <۰/۰۵ | ۰/۱۰±۰/۰۲ |
| تابستان/ایستگاه دوم | <۰/۵ | <۰/۰۵ | ۰/۶۰±۰/۰۷ | <۱۰ | <۰/۰۵ | <۰/۱۰ | <۰/۰۵ | ۰/۱۰±۰/۰۲ |
| زمستان/ایستگاه اول | <۰/۵ | <۰/۰۵ | ۰/۸۰±۰/۰۰ | <۱۰ | <۰/۰۵ | <۰/۱۰ | <۰/۰۵ | ۰/۱۰±۰/۰۲ |
| زمستان/ایستگاه دوم | <۰/۵ | <۰/۰۵ | ۰/۹۰±۰/۰۰ | <۱۰ | <۰/۰۵ | <۰/۱۰ | <۰/۰۵ | ۰/۱۰±۰/۰۲ |

**< زیر حد تشخیص (Under Detection Limit)**

**جدول ٤: میانگین (± انحراف معیار) میزان تجمع عناصر مختلف (میکروگرم بر گرم وزن خشک (ppm)) در رسوبات در دو ایستگاه (تابستان و زمستان ۱۳۸۸)**

| فصل/ ایستگاه نمونه‌برداری | Mg | Cd | As | Fe | Zn | Pb | Ag | Cu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تابستان/ایستگاه اول | ۱۳۹۰۰±۴۲۱ | <۰/۵ | ۷±۲/۰۰ | ۷۷۵۰±۱۲۰۰ | ۱۲±۶/۰۰ | ۵±۲/۷۰ | <۰/۳ | ۸±۲/۰۴ |
| تابستان/ایستگاه دوم | ۱۳۴۰۰±۲۶۵ | <۰/۵ | ۹±۴/۰۷ | ۱۵۳۵۰±۸۲۱ | ۶۰±۲۱ | ۹±۴/۸۰ | <۰/۳ | ۲۴±۹/۸۰ |
| زمستان/ایستگاه اول | ۱۵۲۰۰±۲۹۳ | <۰/۵ | ۹±۲/۰۳ | ۶۹۰۰±۱۲۱۱ | ۹±۳/۳۴ | ۶±۲/۰۰ | <۰/۳ | ۶±۱/۳۲ |
| زمستان/ایستگاه دوم | ۱۲۸۰±۸۴۹ | <۰/۵ | ۸±۲/۷۳ | ۱۲۱۰±۷۲۱ | ۱۸±۷/۴۲ | ۶±۳/۶۰ | <۰/۳ | ۸±۳/۰۰ |

**< زیر حد تشخیص (Under Detection Limit)**

## بحث

پس از بررسی تجمع فلزات سنگین مشخص گردید که الگوی تجمع فلزات در بافت نرم دوکفه‌ای *A. umbonella* به صورت Mg>Fe>Zn>Cu>As>Pb>Cd>Ag است. با توجه به الگوی تجمع فلزات در بافت نرم دوکفه‌ای *Solen dactylus* در مطالعه Saeedi و همکاران (منتشر نشده) در همین سواحل که شامل Mg>Fe>Zn>As>Cu>Pb>Cd>Ag است، مشخص می‌شود که این نتایج تا حد زیادی مشابه الگوی تجمع فلزات در بافت نرم دوکفه‌ای *A. umbonella* در این مطالعه می‌باشد. این امر احتمالاً بعلت نحوهٔ زیست مشترک حفاری در گل و ماسه و همینطور منطقه زیستی مشترک است. اندک اختلاف در میزان تجمع فلزات نیز احتمالاً بدلیل تفاوتهای گونه‌ای و عمق زیست آنها است. زیرا دوکفه‌ای *S. dactylus* در اعماق بیشتری نسبت به *A. umbonella* زیست می‌کند.

همینطور بر اساس مطالعه علی محمدی (۱۳۸۷) بر روی تجمع Cu، Ni و Cd در بافت نرم دوکفه‌ای‌های *Pinctada radiaita* و *Barbatia decussata* در خلیج نایبند، بوشهر الگوی تجمع فلزات در آن ها به ترتیب شامل Cd>Ni>Cu و Ni>Cd>Cu بدست آمد. این تفاوتها در الگوی تجمع فلزات در گونه‌های مختلف احتمالاً ناشی از تفاوتهای فردی گونه‌ای، تفاوتهای فیزیولوژیکی و متابولیکی، مکان زندگی و همینطور شیوه زندگی این گونه‌ها می باشد (۲). سه گونه *P. radiaita*، *B. decussata* و *S. cucullata* در بسترهای صخره‌ای و قلوه سنگی زندگی می‌کنند و حفار در گل و ماسه نمی‌باشند. با توجه به این امر که میزان تجمع فلزات در بسترهای صخره و بسترهای گلی- ماسه‌ای متفاوت است. به همین دلیل الگوی تجمع فلزات در این دوکفه‌ای‌ها با گونه مورد نظر تفاوت دارد.

ایستگاه اول که بعنوان ایستگاه آلوده فرض شده بود از لحاظ تجمع فلزات در دوکفه‌ای‌ها اختلاف معنی‌داری را نسبت به ایستگاه دوم نشان نداد. بنابراین فرضیه آلوده‌تر بودن ایستگاه اول نسبت به ایستگاه دوم مورد قبول نمی‌باشد و فقط اختلافات برای تجمع فلزات در رسوبات تا حدی بین دو ایستگاه قابل توجه می‌باشد. این امر احتمالاً به این علت است که به علت نزدیکی تقریبی این دو ایستگاه به یکدیگر، آلودگی‌ها توانسته‌اند به رسوبات و آبهای این نواحی نیز منتقل شوند. اما در کل الگوی تجمع فلزات در آب، رسوب و قسمتهای نرم دوکفه‌ای نیز تا حد زیادی مشابه یکدیگر هستند. در آب و رسوب بیشترین میزان



www.SID.ir

Archive of SID



تجمع مربوط به فلز Mg و کمترین مربوط به فلز Ag می باشد. در مطالعه Saeedi و همکاران (منتشر نشده) مانند این مطالعه یک رابطه معنی‌داری بین تجمع فلزات در رسوب، آب و دوکفه‌ای‌ها بود. زیرا این دوکفه‌ای‌ها مانند دوکفه‌ای *A. umbonella* در رسوبات زندگی می‌کنند و با فیلتر آب مواد غذایی مورد نیاز خود را بدست می‌آورند. پس این دوکفه‌ای‌ها بعلت زیستن در چنین شرایطی، فلزات موجود در آب و رسوب را با الگوی مشابه در بدن خود جمع می‌کنند. رسوبات جایگاهی برای به دام انداختن فلزات مختلف هستند (Salomons *et al.*, 1987)، بنابراین تجمع عناصر در رسوبات اغلب برای ارزیابی و بررسی وضعیت تجمع فلزات محیطهای دریایی مناسب هستند. اما رسوبات همیشه بیانگر کل آلودگی منطقه نیستند (Hédouin *et al.*, 2009). از آنجایی که بی‌مهرگان به خصوص نرم‌تنان و سخت‌پوستان قابلیت تجمع زیستی را در بدن خود دارند، می‌توان از آنها بعنوان شاخصهای زیستی در مطالعه آلودگی‌های محیطی استفاده‌های بسیار نمود (Hédouin *et al.*, 2009). بنابراین با توجه به این که دوکفه‌ای فلز Pb را در پوسته خود تجمع می‌دهد و میزان تجمع این فلز در پوسته نسبت به رسوب و آب بیشتر است بنابراین پوسته این دوکفه‌ای‌ها می‌تواند برای فلز Pb شاخص زیستی باشد. همینطور میزان فلزات Cu، Ag و Zn در قسمتهای نرم بیشتر است که این قسمت می‌تواند شاخص زیستی این فلزات معرفی گردد. در مطالعه Saeedi و همکاران (منتشر نشده) دوکفه‌ای *S. dactylus* برای فلزات Cu، Fe، Pb و Zn بعنوان شاخص زیستی شناخته شد. با توجه به این نتایج می‌توان این دوکفه‌ای‌ها را بعنوان کاندیدهای بسیار مناسبی برای مطالعه وضعیت بار آلودگی منطقه استفاده نمود. در مطالعات Bilos و همکاران (۱۹۹۸) بر روی دوکفه‌ای *Corbicula fluminea* و de Mora و همکاران (۲۰۰۴) بر روی دوکفه‌ای‌های *Saccostrea cucullata* و *Pinctada radiata* تجمع فلزات Cu و Zn در آنها بیشتر از محیط (رسوب و آب) بود. این امر به این خاطر است که این دو عنصر از عناصر لازمه در ساختارهای متالو آنزیمها و متالو پروتئین‌ها مانند هموسیانین هستند (Lippard & Berg, 1994). همینطور براساس مطالعه Saeedi و همکاران (منتشر نشده) دوکفه ای هایی مثل *S. dactylus* و *S. cucullata* که ساکن هستند و فاقد مهاجرت می‌باشند میزان Cu و Zn در بدن آنها افزایش می‌یابد. در دوکفه‌ای مورد آزمایش حاضر نیز این فلزات تجمع یافته بودند. این تجمع می‌تواند به علت نیازهای فیزیولوژیک، فعالیتهای متابولیک، عناصر مورد نیاز در ساختار بدن و افزایش این فلزات در محیط در اثر فعالیتهای انسانی باشد. بطور مثال براساس مطالعه Riba و همکاران (۲۰۰۵) دوکفه‌ای‌ها میزان‌های متفاوتی از Cu را در بدن خود تجمع داده بودند که بیشترین میزان جذب آنها از فلز مس موجود در آفت‌کش‌های زمینهای زراعی برنج در نزدیک خلیج کادیز در اسپانیا بود. گرچه گاهی اوقات حتی نوع فیتوپلانکتونهای مورد تغذیه می‌تواند عامل مهمی در تجمع فلزات در بدن دوکفه‌ای‌ها باشد. بطور مثال ماسل *Perna viridis* و کلم *Ruditapes philippinarum*، برخی فلزات را از دیاتومه مورد تغذیه خود یعنی *Thalassiosira pseudonana* بیشتر از محیط جذب می‌کنند (Chong & Wang, 2000).

براساس مطالعه Yap و همکاران (۲۰۰۹) Zn در دستگاه گوارش حلزون دریایی *Telescopium telescopium* در نواحی گرمسیری بین جزر و مدی جنوب غربی مالزی نسبت به سایر بخش‌های بدن بیشتر است (۲۱۴/۳۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک) که بعلت تمایل بالای این عنصر به اتصال به متالوتیونین موجود در دستگاه گوارش است. همین طور در این دوکفه‌ای پوسته میزان بیشتری فلز Pb (۴۱/۲۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک) را دارا بود که مطابق نتیجه بدست آمده در این مطالعه می باشد. قسمتهای مختلف بدن دوکفه‌ای‌ها دارای عناصر سازنده مختلف می‌باشد و هر کدام از فلزات تمایل خاصی برای اتصال به عنصر خاصی را دارند. بنابراین طبق نتایج بدست آمده الگوی تجمع فلزات در بافتهای مختلف دوکفه‌ای متفاوت می‌باشد.

از آنجایی که ارتباط معنی‌داری بین اندازه بدن و تجمع فلزات در دوکفه‌ای‌ها وجود دارد (Hédouin *et al.*, 2006)، معمولاً صدفها با اندازه‌های مختلف با توجه به نیازهای متابولیکی بدن و نسبت سطح به حجم میزان متفاوتی از فلزات را انباشته می‌کنند (Hédouin *et al.*, 2006). بطور مثال در این مطالعه بین تجمع فلزات Cd، Pb و Ag و طول دوکفه ای همبستگی مثبت معنی‌داری وجود داشت. اما در مطالعه Saeedi و همکاران (منتشر نشده) رابطه معنی‌دار مثبتی بین تجمع فلزات Mg و Cu در دوکفه‌ای *S. dactylus* با اندازه بدن وجود داشت. همینطور یک همبستگی منفی بین اندازه دوکفه‌ای *Gafrarium tumidum* و تجمع فلزات Co ، Cr ، Cd و Zn در بافت آن در



www.SID.ir

Archive of SID



کالدونیای جدید توسط Hédouin و همکاران (۲۰۰۶) گزارش شد در حالیکه بین تجمع Ag با اندازه این دوکفه‌ای همبستگی مثبت داشت. Bilos و همکاران (۱۹۹۸) نیز بین تجمع Cu در *C. fluminea* با اندازه آن یک همبستگی مثبت گزارش دادند. دوکفه‌ای‌ها با اندازه بزرگتر دارای سن بیشتری نیز می‌باشند، بنابراین مدت زمان بیشتری در معرض فلزات سنگین قرار داشته‌اند و آنها را در بدن خود تجمع داده‌اند.

جدول ۵ مربوط به تجمع عناصر مختلف در دوکفه‌ای‌ها در کشورها و مناطق متفاوت است. با توجه به این جدول دوکفه‌ای *A. umbonella* و *S. dactylus* از یک منطقه مشترک میزان مشابهی از میزان فلزات را در بدن خود تجمع داده‌اند که مشابه تجمع فلزات در دوکفه‌ای‌های *Ruditapes decussates* و *Venrupis pullastra* در منطقه آلوده در مصر است (Gabr & Gab-Alla, 2008). این امر می‌تواند نمایانگر تجمع قابل توجه فلزات در این مناطق باشد. طبق این جدول این تفاوتها در تجمع فلزات به عوامل مختلفی اعم از تفاوتهای جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی)، تفاوتهای گونه‌ای و اثرات فعالیتهای انسانی در تجمع فلزات در این مناطق بستگی دارد. همینطور با توجه به جدول ۶ میزان تجمع فلزات در رسوبات منطقه مورد مطالعه (ساحل گلشهر بندرعباس) از مقدار جهانی حد پایه تجمع فلزات در رسوبات (Bowen, 1979) کمتر ولی برای فلز Cd تا حدی بالاتر می‌باشد. تجمع فلزات در آب در مطالعه حاضر نسبت به مطالعات دیگر و حد پایه زیستگاههای آبی کمتر می‌باشد (Gardiner & Mance, 1984). همینطور میزان تجمع فلز Pb در رسوبات در این مطالعه مطابق بررسی Saeedi و همکاران (منتشر نشده) بوده که احتمالاً به دلیل اشتراک منطقه مورد مطالعه است.

**جدول ۵: میزان تجمع عناصر مختلف بر مبنای وزن خشک در دوکفه‌ای‌ها در کشورهای مختلف**

| گونه | مکان | Cd | As | Fe | Zn | Pb | Ag | Cu | منبع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Egeria radiata* | نیجریه | ۰/۱-۰/۶ | ---- | ---- | ۹۶-۱۷۲ | ۰/۳-۳/۶ | ---- | ---- | Etim *et al.*, 1991 |
| *Corbicula fluminea* | آرژانتین | ۰/۵-۲ | ۰/۵-۲ | ۱-۶ | ۱۱۸-۳۱۶ | ---- | ---- | ۲۹-۸۹ | Bilos *et al.*, 1998 |
| *Circentia callipyga* | قطر | ۱/۱ | ۱۵۶ | ۵۱۷ | ۶۹ | ۱/۴ | ۳ | ۸-۳۵ | de Mora *et al.*, 2004 |
| *Saccostrea cucullata* | عمان | ۹-۲۲ | ---- | ---- | ۳۱۹-۱۶۱۰ | ۰/۳-۰/۶ | ---- | ۶۱-۲۷۶ | de Mora *et al.*, 2004 |
| *Saccostrea cucullata* | امارات | ۶ | ---- | ---- | ۴۲۵ | ۰/۲ | ---- | ۶۴ | de Mora *et al.*, 2004 |
| *Pinctada radiata* | امارات | ۳-۴ | ---- | ---- | ۱۴۳۰-۱۵۹ | ۰/۱-۲ | ---- | ۵-۱۷ | de Mora *et al.*, 2004 |
| *Pinctada radiata* | بحرین | ۴ | ---- | ---- | ۴۲۹۰-۱۸۲۵ | ۰/۳-۴ | ---- | ۳-۴ | de Mora *et al.*, 2004 |
| *Perna perna* | سنگال | ۰/۷-۲ | ---- | ---- | ۱۲۱-۶۴ | ---- | ---- | ۷-۸ | Sidoumou *et al.*, 2006 |
| *Crassostrea gasar* | سنگال | ۷ | ---- | ---- | ۲۳۲۰ | ---- | ---- | ۴۷ | Sidoumou *et al.*, 2006 |
| *Ruditapes decussatus* | مصر | ۴/۵ | ---- | ۹۶۱ | ۱۵۶ | ۱۵/۵ | ---- | ۲۴ | Gabr & Gab-Alla, 2008 |
| *Venrupis pullastra* | مصر | ۹ | ---- | ۱۸۹۴ | ۱۳۲ | ۱۸/۵ | ---- | ۲۳ | Gabr & Gab-Alla, 2008 |
| *Comptopallium radula* | کالدونیا | ۱-۳/۵ | ۴۵-۸۷ | ۲۲۱-۲۸۹ | ۱۷۶-۱۸۳ | ---- | ۰/۰-۵ | ۴ | Metian *et al.*, 2008 |
| *Isognomon isognomon* | کالدونیا | ۱-۲ | ۲۲-۷۷ | ---- | ۱۷۱۸-۱۳۸۱۷ | ---- | ۱-۳۳ | ۳-۱۷ | Hédouin *et al.*, 2009 |
| *Gafrarium tumidum* | کالدونیا | ۰/۱-۰/۷ | ۳۷-۴۴۱ | ---- | ۵۶-۱۵۴ | ---- | ۰/۰-۳۳ | ۶-۷۷ | Hédouin *et al.*, 2009 |
| *Solen dactylus* | ایران | ۱-۳ | ۲۰-۲۷ | ۲۱۰-۱۸۸۶ | ۶۰-۹۲ | ۴-۷ | ۰/۳-۱ | ۱۳-۲۰ | Saeedi *et al.*, unpublished |
| *Amiantis umbonella* | ایران | ۱-۳ | ۹-۲۷ | ۱۰۰-۱۵۰۰ | ۳-۱۶۰ | ۱-۳۰ | ۰/۱-۰/۷ | ۱-۶۶ | مطالعه حاضر |



www.SID.ir

Archive of SID



**جدول٦ : میزان تجمع سرب و کادمیوم در رسوبات و آب در کشورهای مختلف (*: زیر حد تشخیص)**

| ایستگاه/استاندارد | Pb | Cd | منبع |
|---|---|---|---|
| **رسوب** | | | |
| مقدار جهانی حد پایه تجمع فلزات در رسوبات | ۱۹ | ۰/۳۰ | Bowen, 1979 |
| RSA، سواحل ایرانی شمال شرقی | ۲۵ | ۱/۲۵ | ROMPE, 1999 |
| خلیج فارس، بحرین | ۱۲/۳۰ | ۰/٤۰ | ROMPE, 1999 |
| خلیج فارس و دریای عمان | ۰/۲۵–۹۹ | ۰/۰۲–۰/۲۱ | De Mora *et al*., 2004 |
| قسمتهای شمالی خلیج فارس | ۹۰/٤۷ | ۲/۸۹ | Pourang et al., 2005 |
| قسمتهای شمالی خلیج فارس | ٤–۷ | *۰/۵۰ | Saeedi *et al*., Unpublished |
| قسمتهای شمالی خلیج فارس | ۵–۹ | *۰/۵۰ | **مطالعه حاضر** |
| **آب** | | | |
| MPL برای زیستگاههای آبی | ۲۲ | ۵ | Gardiner and Mance, 1984 |
| راهنمای ANZECC | ۵ | ۲ | Pourang *et al.*, 2005 |
| قسمتهای شمالی خلیج فارس | ۳۸/۵ | ۰/٤٤ | Pourang *et al.*, 2005 |
| قسمتهای شمالی خلیج فارس | ۱/۱۱ | ۰/۸۳ | Saeedi *et al.*, Unpublished |
| قسمتهای شمالی خلیج فارس | ۰/۱۰ | ۰/۰۵ | **مطالعه حاضر** |

ROPME: Regional Organization for the Protection of the Marine Environment
MPL: Maximum Permissible Levels
ANZECC: Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters, Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC)

* زیر حد تشخیص (Under Detection Limit)

از آنجایی که ایران یکی از بزرگترین کشورهای صادر کننده نفت است بنابراین فعالیت‌های مربوط به استخراج نفت در آن بالا است. همینطور حضور کارخانجات و فعالیتهای انسانی در مناطق جنوبی ایران، بررسی وضعیت آلودگی‌های نفتی و فلزات سنگین و ایجاد برنامه‌های پایش محیطزیست و مدیریت حفاظت در این مناطق امری لازم و اجتناب ناپذیر می‌باشد. در این امر می‌توان از موجودات زنده مانند دوکفه‌ای‌های ساکن این مناطق بعنوان شاخص زیستی استفاده نمود. البته این امر باید با دقت کامل و در نظر گرفتن جنبه‌های مختلف زیست محیطی و اقتصادی صورت گیرد.

## تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران محترم در دانشکده علوم زیستی دانشگاه شهید بهشتی بدلیل حمایت‌های مالی این طرح نهایت قدردانی و سپاس را داریم و همینطور از جناب آقای مهندس جهان‌پرست در موسسه تحقیقات پیشرفته فرآوری مواد معدنی ایران بدلیل همکاری در امر سنجش فلزات نمونه‌ها تشکر و قدردانی می‌نماییم.

## منابع

**1-Archard, M., Baudrimont, M., Boudou, A. and Bourdineaudt, J.P., 2004.** Induction of a multixenobiotic resistance protein (MXR) in the Asiatic clam (*Corbicula fluminea*) after heavy metals exposure. Aquatic Toxicology, 67:374-357.

**2-Bilos, C., Colombo, J.C. and Presa, M.J.R., 1998.** Trace metals in suspend particles, sediments and Asiatic clams (*Corbicula fluminea*) of the Rio de La Plata Estuary, Argentina. Environmental Pollution, 99:1-11.

**3-Bosch, D., Dance P., Moolenbeek, R. and Oliver, G., 1995.** Sea shells of eastern Arabia. Dubai: Motative Publishing, Dubai, pp.196-252.

**4-Bowen, H.J.M., 1979.** Environmental chemistry of the elements. Academic Press, London, UK. 333P.

**5-Chen, C.V., Kao, C.M., Chen, C.F. and Dong, C.D., 2007.** Distribution and accumulation of heavy metals in the sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan. Chemosphere, 66:1431-1440.

**6-Chong, K. and Wang, W.X., 2000.** Bioavail-ability of sediment-bound Cd, Cr and Zn to the green mussel *Perna viridis* and the Manila clam *Ruditapes philippinarum*. Experimental Marine Biology and Ecology, 255:75-92.



www.SID.ir

Archive of SID



**7-de Mora, S., Fowler, S.W., Wyse, E. and Azemard, S., 2004.** Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Persian Gulf and Gulf of the Oman. Marine Pollution Bulletin, 49:410-424.

**8-Etim, L., Akpan, E.R. and Muller, P., 1991.** Temporal trends in heavy metal concentrations in the clam *Egeria radiate* (Bivalvia: Tellinacea: Donacidae) from the Cross River, Nigeria. Hydrobiologia, 24(4):327-333.

**9-Gabr, H.R. and Gab-Alla, A.A-F.A., 2008.** Effects of transplantation on heavy metal concentration in commercial clams of Lake Timsah, Suez Canal, Egypt. Oceanologia, 50(1):83-93.

**10-Gardiner, J. and Mance, G., 1984.** Water Quality Standards Arising from European Community Directives, Water Research Center, No. 204.

**11-Hédouin, L., Metian, M., Teyssie, J.L., Fowler, S.W., Fichez, R. and Warnau, M., 2006.** Allometric relationships in the bioconcentration of heavy metals by the edible clam (*Gafrarium tumidum*). Science of the Total Environment, 366:154-163.

**12-Hédouin, L., Bustamante, P., Churlaud, C., Pringault, O., Fichez, R. and Warnau, M., 2009.** Trends in concentrations of selected metalloid and metals in two bivalves from the coral reefs in the SW Lagoon of New Caledonia. Ecotoxicology and Environmental Safety, 72:372-381.

**13-Lippard, S.J. and Berg, J.M., 1994.** Principles of bioinorganic chemistry, University Science Books, Mill Valley, CA, U.S.A.

**14-Lu, X.Q., Werner, I. and Young, T.M., 2005.** Geochemistry and bioavalability of metals in sediments from northern San Francisco Bay. Environmental International, 31:593-602.

**15-Maanan, M., 2008.** Heavy metal concentrations in marine mollusks from the Maroccan coastal region. Environmental Pollution, 153:176-183.

**16-Metian, M., Bustamante, P., Hédouin, L. and Warnau, M., 2008.** Accumulation of nine metals and one metalloid in the tropical scallop *Comptopallium radula* from coral reefs in New Caledonia. Environmental pollution, 152:543-552.

**17-Pourang, N., Nikouyan, A. and Dennis, H., 2005.** Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment, 109:293-316.

**18-Riba, I., Blasco, J., Tenorio, J.N., Gonzalez de Canales, M.L. and Delvalls, T. A., 2005.** Heavy metal bioavailability and effects: II Histopathology bioaccumulation relationships caused by mining activities in the Gulf of Cadiz (SW, Spain). Chemosphere, 58:671-682.

**19-Romeo, M., 2006.** Heavy metal concentrations in mollusks from the Senegal Coast. Environmental International. 32:384-387.

**20-ROPME, 1999.** Regional Report of the State of the Marine Environment. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME), Kuwait, 220P.

**21-Saeedi, H., Ashja Ardalan, A., Kamrani, E. and Kiabi, B., 2010.** Reproduction, growth and production in *Amiantis umbonella* (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Veneridae) in the northern coast of the Persian Gulf, Bandar Abbas, Iran. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom. 90(4):711-718.

**22-Saeedi, H., Ashja Ardalan, A., Zibaseresht, R. and Kiabi, B.** Metal concentrations in razor clam *Solen dactylus* (Von Cosel, 1989) (Bivalvia: Solenidae), sediments and water in northern Persian Gulf, Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences (in Perss).

**23-Salomons, W., de Rooij, N.M., Derdijk, H. and Bril, J., 1987.** Sediments as a source for contaminants? Hydrobiologia, 149:13-30.

**24-Sidoumou, Z., Gnassia-Barelli, M., Siau, Y., Morton, V. and Roméo, M., 2006.** Heavy metal concentrations in molluscs from the Senegal coast. Environmental International, 32:384–387.

**25-Yap, C.K., Noorhaidah, A., Azkan, A., Azwady, A.A.N., Ismail, A., Ismail, A.R., Siraj, S.S. and Tan S.G., 2009.** *Telescopium telescopium* as potential biomonitors of Cu, Zn and Pb for the tropical intertidal area. Ecotoxicology and Environmental Safety, 72:496-506.



www.SID.ir

Archive of SID



# Accumulation of some heavy metals in soft tissue and shell of edible bivalve *Amiantis umbonella* (Lamarck, 1818) in Bandar Abbas coast, the Persian Gulf


- **Shahrokh Pashaei Rad*:** Faculty of Biological Science, Shahid Beheshti University, G.C, Tehran, Iran
- **Hanieh Saeedi:** Faculty of Biological Science, Shahid Beheshti University, G.C, Tehran, Iran
- **Behrooz Abtahi:** Faculty of Biological Science, Shahid Beheshti University, G.C, Tehran, Iran
- **Bahram Kiabi:** Faculty of Biological Science, Shahid Beheshti University, G.C, Tehran, Iran


Received: April 2010 Accepted: July 2010

**Keywords:** Heavy metal elements, Edible clam, *Amiantis umbonella*, Bandar Abbas, Persian Gulf


## Abstract

Edible clam *Amiantis umbonella* inhabits sandy-muddy coast in Bandar Abbas, northern Persian Gulf,. In this study specimens of this clam (240 specimens), water (12 samples) and sediment (12 samples) in summer and winter along two stations (first station, Park-e-Qadir, 56° 20′ E and 27° 11′ N and second station, Nakhl-e-Nakhoda, 56° 23′ E and 27° 10′ N) were collected from Golshahr coast of Bandar Abbas. The concentrations of 8 metals (Fe, Mg, Zn, Pb, Cd, Ag, As and Cu) in different parts of clam's body, coastal water and sediment were determined. Regarding a few information on metal concentration in macro-benthic animals in this area, this study can be first provides report of metal concentration in this clam. There were no significant relationships between different stations and different seasons ($P \geq 0.05$). The maximum and the minimum metal concentrations in clams were belonged to Mg ($10000 \pm 7823$ $\mu g g^{-1}$drywt) and Ag ($<0.3 \pm 0.00$ $\mu g g^{-1}$drywt), respectively. Mg and Ag had the maximum and minimum concentrations in clam, water and sediment. There was a significant relationship between metal concentration in clam, coastal water and sediment ($P \leq 0.05$). There was also a significant positive correlation between clam's length and the concentrations of Cd, Pb and Ag ($P \leq 0.05$). According to the high metal concentration in different parts of clam's body, this clam can be introduced as a bioandicator for As, Pb, Cu, Ag and Zn.




*corresponding author's email: Pashaei37rad@yahoo.com

www.SID.ir